

ANALOGIAS NO ENSINO DA CÉLULA: ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA ADOTADOS PELO PLANO NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO 2015 NO BRASIL

Carla Medeiros Y Araujo, Zara Faria Sobrinha Guimarães
Universidade de Brasília – Projeto Somos feitos de células!

RESUMO: A pesquisa analisou o uso de analogias em temas relacionados ao ensino da célula em livros didáticos de Biologia do Programa Nacional do Livro Didático do Ministério da Educação-PNLD (Brasil). As análises foram realizadas por meio dos critérios estabelecidos por Curtis e Reigeluth (1984) e Thiele e Treagust (1994). Como resultado, encontraram-se 269 analogias, sendo mais frequentes as funcionais, com nível de enriquecimento simples e com apresentação verbal. Analogias tradicionais foram encontradas repetidamente, como a “escada em espiral” (DNA), “chave e fechadura” (enzima-substrato) e “moeda energética” (ATP). Os autores raramente utilizaram o manual do professor para discutir limitações e abrangências de analogias apresentadas no livro texto.

PALAVRAS CHAVE: uso de analogias, célula, livros didáticos, PNLD 2015.

OBJETIVO: analisar quantitativa e qualitativamente o uso de analogias no conteúdo relacionado ao ensino da célula nos livros de Biologia das coleções aprovadas pelo PNLD 2015.

INTRODUÇÃO

A partir da percepção que, em atividades de extensão e de sala de aula, os estudantes da Universidade de Brasília (UnB) utilizam espontaneamente analogias para explicar o conteúdo biológico, surgiu a pergunta sobre qual a fonte desse discurso quando se trata da aprendizagem dos conceitos celulares. Supõe-se que tal origem pode estar ligada a fatores como materiais didáticos, o uso espontâneo de analogias pelos professores, aprendizados em ambientes não formais de ensino, questões culturais, entre outros.

Decidiu-se analisar as coleções de livros didáticos distribuídos pelo Programa Nacional do Livro Didático – PNLD (BRASIL, 2014) às instituições públicas de ensino. Cabe ressaltar que a sistemática do PNLD para a seleção das coleções didáticas envolve especialistas que avaliam, qualificam e selecionam as obras em um guia. Os professores escolhem, dentre os livros contidos nesse guia, os que serão distribuídos nas escolas e os exemplares apresentam validade por três anos para uso dos estudantes. Para atender o objetivo proposto, o recorte dado à pesquisa envolveu as coleções de Biologia do Ensino Médio utilizadas no triênio 2015 a 2017 e que tratam do tema célula.

ANALOGIAS

“Uma analogia é a comparação das similaridades entre dois conceitos” (Glynn, 2008) que podem auxiliar o processo de aprendizagem ao incentivar os alunos a elaborarem ligações entre conceitos aos quais estão familiarizados e os novos, tratados na escola (Glynn, 2007, 2008). Novos conceitos podem representar sistemas complexos, abstratos e integrados, tais como a célula, o ecossistema e a fotossíntese (Glynn, 2007). Diante disso, as analogias podem servir como os primeiros modelos mentais utilizados para o início da compreensão de conceitos científicos complexos (Glynn, 1995). Com prosseguimento do processo de ensino e aprendizagem, modelos mentais mais sofisticados passariam a ser adotados pelos alunos, suplantando a fase de uso de analogias mais simplificadas (Glynn, 1995, 2007).

A análise do emprego de analogias em livros didáticos é uma linha de pesquisa em ensino estabelecida (Curtis e Reigeluth, 1984; Thiele e Treagust, 1994; Orgill e Bodner, 2006; Francisco Junior, 2009) que permite auxiliar tanto os autores como os usuários de livros didáticos para o uso consciente e técnico das analogias na escola.

METODOLOGIA

Foram utilizados treze exemplares de nove coleções de livros de Biologia do Ensino Médio contendo o livro texto e o manual do professor pertencentes ao PNLD 2015-2017 do Ministério da Educação - MEC (BRASIL, 2014). No intuito de facilitar a plotagem dos dados nas análises, os livros foram codificados de A a I. A letra V seguida do numeral correspondem ao volume. Receberam o código LT para o livro texto e MP para manual do professor que foram analisados independentemente. O conjunto dessas informações constituiu os códigos das obras. Foram pesquisados apenas os capítulos sobre o tema célula. (Quadro 1)

Para verificar a distribuição quantitativa de analogias por assunto, foram criadas as seguintes categorias: Visão Geral da Célula (VGC); Membranas Celulares (MBC); Química dos Seres Vivos (QSV); Citoplasma (CTP); Processos Energéticos Celulares (PEC); Núcleo e Divisão Celular (NDC); Duplicação, Transcrição e Síntese proteica (DTS).

A análise se deu por meio de identificação, quantificação e categorização de acordo com critérios estabelecidos por Curtis e Reigeluth (1984) e Thiele e Treagust (1994). Consideraram-se seis critérios: o conteúdo do conceito alvo; a relação analógica entre análogo e alvo; o formato da apresentação; o nível de enriquecimento; a presença de orientação pré-tópico e a apresentação e discussão de limitações.

A quantificação das analogias em cada volume se deu à medida que apareciam no texto, mesmo que já tivessem sido identificadas. Considerou-se como analogias tanto metáforas como símiles encontradas no texto ou em ilustrações nos livros didáticos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O quadro 2 revela um total de 269 analogias distribuídas por obra e por categorias. Os livros que mais se destacaram no uso de analogias foram EV1LT e FV1LT com um subtotal de 49 (18%) e 41 (15%) ocorrências respectivamente. O livro com menor uso de analogias foi o exemplar IV2LT com três ocorrências (1%).

Numericamente as analogias encontradas nos livros textos sobressaem-se às do manual do professor. Tal manual tem importante papel para complementar as informações relacionadas ao conteúdo científico, mas também compartilha estratégias de ensino e aprendizagem. Verificou-se que nele, raramente, os autores discutiram limitações e abrangências de analogias apresentadas no livro texto.

A maior quantidade de analogias apareceu na categoria Duplicação, Transcrição e Síntese proteica (DTS) com 52 ocorrências. Dezoito delas (35%) comparavam a “estrutura molecular do DNA com uma escada em espiral”. Dos 13 volumes analisados, esta analogia foi encontrada em nove deles, ocorrendo preferencialmente nos livros textos (BV1LT, DV1LT, EV2LT, FV1LT, FV3LT, GV1LT, HV1LT, IV2LT), com única ocorrência no manual do professor (FV3MP). Vale ressaltar que o maior destaque numérico de analogias na categoria DTS relacionou-se diretamente com a repetição da analogia “DNA-escada em espiral” ao longo das explicações dos autores.

A categoria Química dos Seres Vivos (QSV), caracterizada por uma abordagem molecular da composição celular, revelou 49 ocorrências. Dentre essas, a analogia da “chave e fechadura”, para determinar a relação de especificidade de enzimas e substrato, apareceu 15 vezes (31%). Essa analogia ocorreu em nove das 13 obras, sendo oito livros textos (AV1LT, CV1LT, DV1LT, EV1LT, FV1LT, GV1LT, HV1LT, IV1LT) e um manual do professor (FV1MP).

Em Processos Energéticos Celulares (PEC), de 43 analogias observadas, dez (23%) caracterizavam “o ATP como moeda energética”. Essa analogia apareceu em seis das 13 obras, sendo cinco livros textos (AV1LT, DV1LT, EV1LT, FV1LT, GV1LT) e um manual do professor (EV1MP). Percebeu-se, tanto em QSV como em PEC, a repetição sistemática de analogias específicas para enfatizar determinados conteúdos.

Nas quatro categorias seguintes, as analogias foram diversificadas sem destaque numérico para nenhuma delas. Na categoria Núcleo e Divisão Celular (NDC), com 35 ocorrências, as analogias comparavam “o grau de compactação do cromossomo a fios de espaguete ou a novelos de lã” (DV1LT); “telômeros com capuzes protetores ou com peças de plástico que recobrem as pontas de um cadarço” (DV1LT e EV1MP); “cromatina comparada a barbante” (EV1LT); “cromossomos condensados comparados à raquetes ou baquetas de bateria” (GV1LT), entre outros exemplos.

No grupo nomeado Visão Geral das Células (VGC), com 34 analogias, os autores usaram, em 15 ocorrências, analogias em relação às organizações e funcionamentos das células e dos seres vivos, comparando-os “a uma fábrica, a escola, a cidade, a uma casa”. Ocorrências únicas destas analogias foram detectadas em DV1MP, EV1MP, HV1LT, HV1MP. Um número maior dessas ocorrências deu-se nas obras FV1LT (5 analogias) e FV1MP (6 analogias), revelando a preferência dos autores com este tipo de comparação.

Nesta mesma categoria, as analogias relacionadas ao formato celular compararam a célula “à lantais, favo de mel, azulejos e tijolos” (duas ocorrências em BV1LT, uma ocorrência em CV1LT, uma em DV1MP, três ocorrências em EV1LT e uma em FV1LT). Analogias concernentes ao tamanho da célula e organelas celulares perfizeram quatro ocorrências em única obra (EV1LT) que comparou “o tamanho da célula a um quarto de 3m² e a um campo de futebol”.

Na categoria Membranas Celulares (MBC) e Citoplasma (CTP), com 28 analogias cada, os autores estabeleceram relações analógicas do “modelo mosaico fluido com mosaico de azulejos” (AV1LT e EV1LT); “transporte ativo com porteiro de edifício” (EV1LT); “parede celular com caixa de papelão” (EV1LT); “espessura da parede celular com a de parede de tijolos” (EV1LT); “tilacoides com moedas empilhadas” (DV1LT e IV1LT); “citossol como gelatina” (DV1LT e EV1LT), entre outras.

As analogias categorizadas foram analisadas qualitativamente e os resultados são apresentadas nos quadros 3 e 4. A relação analógica entre os conceitos alvo e análogo evidenciou uma semelhança numérica entre os tipos funcional e estrutural. A relação analógica do tipo estrutural-funcional foi observada somente em um caso. Em sua maioria, o formato de apresentação da analogia foi do tipo verbal (246 ocorrências/91%), isto é, apareceu por meio de palavras no texto sem o uso de ilustrações (CURTIS e REIGELUTH, 1984). O formato ilustrativo apareceu em 9% (23 ocorrências) das analogias. A prevalência do nível de enriquecimento foi do tipo simples (207 ocorrências). Acentua-se que, de acordo com Curtis e Reigeluth (1984), no nível de enriquecimento simples o alvo é similar ao análogo sem explicações adicionais durante a exposição do texto.

Em 176 (65,4%) das ocorrências, as orientações pré-tópicos foram detectadas sob a forma de conjunções (ex. *como, como se fossem*). No restante dos casos (93/34,6%), as analogias apareceram incorporadas ao texto do livro. Em relação ao critério apresentação e discussão de limitações, em 93% das obras os autores não reconheceram ou discutiram a analogia utilizada.

CONCLUSÕES

Um total de 269 analogias sobre o ensino da célula foi encontrado nas obras do PNLD 2015, com diversidade de exemplos, preferência do uso por determinados autores e maior quantidade nos livros-textos. Usou-se de maneira repetitiva analogias específicas (DNA/escada em espiral; especificidade de enzimas e substrato/chave-fechadura; ATP/moeda energética). Caso não houvesse esta repetição, o número de analogias por categoria seria muito similar. A maioria das analogias foi do tipo simples, sendo que as discussões sobre limitações e abrangências raramente foram percebidas no manual do professor e no livro-texto, deixando esta análise ao cargo do professor e do aluno. A busca para o entendimento do uso de analogias pelos estudantes da UnB teve como ponto de partida a análise de livros didáticos usados por eles na educação básica. No entanto, tal investigação não foi suficiente para determinar a origem deste discurso. Há necessidade de comparação desses resultados com as narrativas dos alunos.

Quadro 1.

Capítulos analisados dos livros de Biologia - Ensino Médio PNLD 2015-2017

Código da obra	Título da obra	Capítulos analisados	Autor(es)
AV1LT AV1MP	Biologia	1,7,8,9,10	Mendonça (2013)
BV1LT BV1MP BV3LT BV3MP	Novas Bases da Biologia	Volume 1: 2,3,4,5,6 Volume 3: 6	Bizzo (2014)
CV1LT CV1MP	Ser Protagonista	2,3,4,5,6,7,8,9,10,11	Takeuchi e Osorio (2013)
DV1LT DV1MP	Biologia unidade e diversidade	1,2,3,4,5,6,7,9,10	Favaretto (2013)
EV1LT EV1MP EV2LT EV2MP	Biologia em contexto	Volume 1: 9,10,11,12 Volume 2: 1,7	Amabis e Martho (2013)
FV1LT FV1MP FV3LT FV3MP	Biologia	Volume 1: 1,2,3,4,12,13,14,15,16,17 Volume 3: 1,2,3	Silva Júnior et al (2013)
GV1LT GV1MP	Biologia Hoje	3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	Linhares e Gewandsznajder (2014)
HV1LT HV1MP	Conexões com a Biologia	Unidade 3: 1 a 7; Unidade 4: 1 a 5; Unidade 5: 1 a 6; Unidade 6: 1 a 4	Bröckelmann (2013)
IV1LT IV1MP IV2LT IV2MP	Bio	8, 9,10,11,12	Lopes e Rosso (2013)

Quadro 2.
Quantidade de analogias por obra e categorias relacionadas ao ensino da célula

Obra	Tipo de obra	VGC	MBC	QSV	CTP	PEC	NDC	DTS	TOTAL
AV1	LT	-	1	4	1	3	-	1	10
	MP	-	-	-	-	-	1	-	1
BV1	LT	2	2	6	2	2	-	6	20
	MP	-	1	-	-	-	-	-	1
CV1	LT	1	1	4	3	2	2	2	15
	MP	-	1	-	-	-	-	-	1
DV1	LT	1	1	2	2	2	9	8	25
	MP	1	-	1	-	-	-	-	2
EV1	LT	7	6	8	13	10	4	1	49
	MP	1	-	-	-	4	1	-	6
EV2	LT	-	-	-	-	-	3	6	9
FV1	LT	7	7	9	2	8	5	3	41
	MP	7	-	1	-	2	3	2	15
FV3	LT	1	-	-	-	1	-	16	18
	MP	-	-	-	-	-	-	1	1
GV1	LT	2	3	11	4	2	2	2	26
	MP	2	1	-	-	1	-	-	4
HV1	LT	1	-	1	-	2	1	2	7
	MP	1	-	-	-	1	2	-	4
IV1	LT	-	2	2	1	3	1	-	9
	MP	-	2	-	-	-	-	-	2
IV2	LT	-	-	-	-	-	1	2	3
TOTAL		34	28	49	28	43	35	52	269
Percentual (%)		12,6	10,4	18,2	10,4	16,0	13,0	19,4	100

Quadros 3 e 4.
Classificação de analogias de acordo com critérios estabelecidos por CURTIS; REIGELUTH (1984) e THIELE; TREAGUST (1994)

Obra	Relação com análogo			Formato da apresentação	
	Estrut	Func	Est/ Func	Verbal	Ilustrativa
AV1LT	4	6	0	9	1
AV1MP	0	1	0	1	0
BV1LT	11	9	0	18	2
BV1MP	1	0	0	1	0
CV1LT	2	13	0	14	1
CV1MP	0	1	0	1	0
DV1LT	11	14	0	21	4
DV1MP	1	1	0	2	0
EV1LT	34	15	0	48	1

Obra	Relação com análogo			Formato da apresentação	
	Estrut	Func	Est/ Func	Verbal	Ilustrativa
EV1MP	1	5	0	6	0
EV2LT	4	5	0	7	2
FV1LT	15	26	0	39	2
FV1MP	4	13	0	15	0
FV3LT	6	12	0	17	1
FV3MP	1	0	0	1	0
GV1LT	14	11	0	22	4
GV1MP	2	2	0	3	1
HV1LT	1	6	0	7	0
HV1MP	2	2	0	4	0
IV1LT	1	8	0	5	4
IV1MP	0	2	0	2	0
IV2LT	1	1	1	3	0
TOTAL	116	152	1	246	23

Obras	Nível de Enriquecimento			Orientação pré-tópico		Discute limitações	
	Simples	Enriquecida	Estendida	Sim	Não	Sim	Não
AV1LT	8	2	0	5	5	2	8
AV1MP	0	1	0	1	0	0	1
BV1LT	15	5	0	13	7	0	20
BV1MP	0	1	0	0	1	1	0
CV1LT	14	0	1	6	9	1	14
CV1MP	1	0	0	1	0	0	1
DV1LT	19	5	1	22	3	2	23
DV1MP	0	2	0	2	0	0	2
EV1LT	44	4	1	35	14	1	48
EV1MP	5	0	1	4	2	0	6
EV2LT	6	2	1	7	2	2	7
FV1LT	33	4	4	29	12	0	41
FV1MP	8	3	4	7	8	1	14
FV3LT	11	5	2	8	10	0	18
FV3MP	1	0	0	0	1	0	1
GV1LT	20	6	0	21	5	4	22
GV1MP	2	2	0	4	0	1	3
HV1LT	6	0	1	3	4	0	7
HV1MP	4	0	0	1	3	1	3
IV1LT	7	1	1	4	5	2	7
IV1MP	0	2	0	2	0	2	0
IV2LT	3	0	0	1	2	0	3
TOTAL	207	45	17	176	93	20	249

Obs: As obras sem analogias detectadas foram retiradas dos quadros

AGRADECIMENTOS

Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE.
Fundação de Apoio a Pesquisa do Distrito Federal – FAPDF.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMABIS, J.M. y MARTHO, G.R. (2013). *Biologia em contexto, Manual do Professor*. São Paulo, Moderna.
- BIZZO, N.M.V. (2013). *Novas Bases da Biologia, Manual do Professor*. São Paulo, Editora Ática.
- BRASIL. Ministério da Educação (2014). *Guia de livros didáticos : PNLD 2015 : biologia : ensino médio*. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 80.
- BRÖCKELMANN, R. H. (2013). *Conexões com a Biologia, Manual do Professor*. São Paulo, Moderna.
- CURTIS, R.V. y REIGELUTH, C.M. (1984). The use of analogies in written text. *Instructional Science*, 13, 99-117.
- FAVARETTO, J.A. (2013). *Biologia Unidade e Diversidade*. São Paulo, Saraiva.
- FRANCISCO JUNIOR, W.E. (2009). Analogias em livros didáticos de química: um estudo das obras aprovadas pelo Plano Nacional do Livro Didático Para o Ensino Médio 2007. *Ciências & Cognição*, 14(1), 121-143.
- GLYNN, S.M. (1995). Conceptual bridges: Using analogies to explain scientific concepts. *The Science Teacher*, 62(9), p.25-27.
- (2007). The Teaching-With-Analogies Model: build conceptual bridges with mental models. *Science and Children*, April/May, 52-55.
- (2008). Making science concepts meaningful to students: teaching with analogies. In: Mikelskis-Seifert, S.; Ringelband, U.; Brückmann, M. (Eds.). *Four decades of research in science education: from curriculum development to quality improvement*. Münster, Germany: Waxmann, 113-125.
- LINHARES, S.V. y GEWANDSZNAJDER, F. (2013). *Biologia Hoje, Volume 1, Manual do Professor*. São Paulo, Editora Ática.
- LOPES, S.G.B. y ROSSO, S. (2013). *Bio, Manual do Professor*. São Paulo, Editora Saraiva.
- MENDONÇA, V.L. (2013). *Biologia*. São Paulo, Editora AJS.
- ORGILL, M., BODNER, G.M. (2006). An Analysis of the Effectiveness of Analogy Use in College-Level Biochemistry Textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(10), 1040-1060.
- SILVA JÚNIOR, C.da, SASSON, S., CALDINI JÚNIOR, N. (2013). *Biologia Manual do Professor*. São Paulo, Editora Saraiva.
- TAKEUCHI, M.R., OSORIO, T.C. (2013). *Ser Protagonista – Biologia, Manual do Professor*. São Paulo, Edições SM.
- THIELE, R.B. y TREAGUST, D.F. (1994). The nature and extent of analogies in secondary chemistry textbooks. *Instructional Science*, 22, 61-74.

